

## NIR 2004 Tagungsbericht

# Klasse 1 bei Lasergeräten – Nett aber nicht notwendig

Georg Veas und Karl Schulmeister

Bitte melden Sie sich für unseren **Laser, LED & Lampen-Sicherheit NEWSLETTER**  
(ca. 4 mal pro Jahr) an, um Infos über neue Downloads zu erhalten:  
<http://laser-led-lamp-safety.seibersdorf-laboratories.at/newsletter>

Diese Veröffentlichung wird als PDF-Datei von der Seibersdorf Labor GmbH mit der Erlaubnis der TÜV Media GmbH zur Verfügung gestellt.

Die Weitergabe an Dritte ist nicht gestattet.

Die PDF-Datei kann von <http://laser-led-lamp-safety.seibersdorf-laboratories.at> heruntergeladen werden.

### Quelleninformation

Titel: *Klasse 1 bei Lasergeräten – Nett aber nicht notwendig*

Autoren: *Veas G, Schulmeister K*

Tagungsbericht NIR 2004, Herausgeber: Hans-Dieter Reidenbach, Klaus Dollinger, Joachim Hofmann  
TÜV-Verlag GmbH, Köln, 2004  
Seiten 659-666

## KLASSE 1 BEI LASERGERÄTEN – NETT ABER NICHT NOTWENDIG

### CLASS 1 LASER PRODUCTS – NICE BUT NOT NECESSARY

Georg Vees, Karl Schulmeister

ARC Seibersdorf research GmbH, Österreich

**Zusammenfassung** — *Es soll dargestellt werden, dass sich die Klassifizierung auf worst-case Gefahrenpotentiale bezieht, die sich nur innerhalb des Lasergefahrenbereiches realisieren. Je nach Anwendung und Laserprodukt kann die normale Verwendung auch bei Klasse 3B und Klasse 4 sicher sein, wenn der Gefahrenbereich entsprechend eingeschränkt wird. Die europäische Maschinen-Richtlinie (RL) fordert für Lasermaschinen eine Abschirmung zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen. In diesem Zusammenhang ist es jedoch wichtig zu betonen, dass die Forderung der Maschinen-RL nicht zwangsweise bedeutet, dass eine Laseranlage der Laserklasse 1 nach der Lasersicherheitsnorm EN 60825-1 entsprechen muss. Die Anforderungen für ein Klasse 1 Gerät sind deutlich schärfer als die Forderungen, die sich aus der Maschinen-RL ableiten lassen. Dies bedeutet, dass Klasse 4 Laser den Anforderungen der Maschinen-RL entsprechen können, wenn Sie entsprechend gestaltet sind. Die allgemeine Sicherheit der Maschine drückt der Hersteller nicht durch die Laserklassifizierung aus, sondern durch die Vergabe des CE Zeichens. Die Einstufung von Lasergeräten in „Klasse 1“ gemäß einer Risikoanalyse nach der Maschinen-RL, ohne alle Anforderungen laut EN 60825-1 zu erfüllen, stellt zur Zeit eine leider relativ häufige Fehlklassifizierung dar. Wenn von allen Beteiligten berücksichtigt wird, dass „Klasse 4“ nicht unbedingt „immer gefährlich“ bedeutet, sollte die hier beschriebene Handhabung, die sowohl mit internationalen Lasersicherheitsnormen als auch mit der Maschinensicherheitsverordnungen konsistent ist, auf allgemeine Akzeptanz stoßen.*

**Summary** – *We would like to argue that laser safety classification relates to worst-case hazards, which only realise themselves within the hazard area, or, for guarded installations, inside of the guard. Depending on the application and the laser product, the normal operation of the product could be considered safe even for Class 3B or 4 laser products, which is the case if personnel does not access the hazard area. The European Machinery Directive requires to protect (guard) a laser installation, so that the radiation cannot damage health. It is important to recognise that this does not mean that the installation shall be Class 1 according to the international laser safety standard EN 60825-1. The requirements for an embedded Class 1 laser system are distinctively more restrictive as the requirements of the machinery directive. It follows that Class 4 systems, if they are designed appropriately, can conform to the machinery directive. The safety of the machine is expressed by the CE mark, not by the laser classification. To label the laser product as Class 1 with out complying to all requirements of EN 60825-1 represents a mis-classification, which is currently, unfortunately, quite frequent. As soon as all parties involved consider that Class 4 does not necessarily mean “always hazardous”, the approach as discussed here, which conforms with both international laser safety standardisation as well as machinery safety legislation, should be generally accepted.*

**Schlüsselwörter** — *Maschinenrichtlinie, Abschirmung, Zugang durch Hineingehen, Fehlklassifizierung*

**Keywords** — *machinery directive, laser guards, walk-in-access, mis-classification*

## 1. Klassifizierung auf Basis der zugänglichen Strahlung

Die Prüfungen zur Feststellung der Klasse von Lasergeräten nach EN 60825-1 [1] sind genau definiert und können durchaus als „streng“ bezeichnet werden. Die Klassifizierung beruht auf dem Vergleich der *zugänglichen* Strahlung mit den erlaubten Grenzwerten (GZS-Werte). So kann eine Lasermaschine als Klasse 1 klassifiziert werden, wenn unabhängig von der Betriebsdauer keine Strahlung zugänglich ist, auch nicht im Einfehlerfall. Dies stellt hohe Anforderungen an die Ausführung der Einhausung.

Was als „zugänglich“ gilt, ist in der EN 60825-1 genau definiert. Dabei ist das Einbringen von Werkstücken mit *glatter Oberfläche* in das Lasergerät zu berücksichtigen, wobei diese glatten Oberflächen an beliebiger Stelle mit beliebiger Orientierung positioniert sein können. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass im englischen Originaltext „*flat surfaces*“ angeführt sind. Das Wort „glatt“ ist einerseits eine fehlerhafte Übersetzung, andererseits kann dies als schärfere Formulierung interpretiert werden, da diese Übersetzung nicht nur ebene Werkstücke, sondern auch konvex oder konkav geformte (oder ganz allgemein beliebig geformte) Werkstücke mit einschließt. Dieser Umstand ist nicht vernachlässigbar, wenn man bedenkt, dass durch konvex oder konkav geformte Werkstücke und einem defokussierten Laserstrahl eine Refokussierung des Strahles möglich ist. Der Ort des neu gebildeten Fokus hängt von der Defokussierung und der Krümmung des Werkstückes ab, womit dieser neue Fokus jede beliebige Position im Raum einnehmen kann. Diese Tatsache ist mit Hinblick auf etwaige Sichtfenster oder der Beständigkeit von Abschirmungen von besonderer Bedeutung. Die Übersetzung ist zwar fehlerhaft, weist aber nach Meinung der Autoren in die richtige Richtung, da die Prüfung für die Klassifizierung laut EN 60825-1 mit allen möglichen Einstellungen durchzuführen ist, die der Anwender herbeiführen kann, und die z.B. auch alle einstellbaren Positionen des Bearbeitungskopfes als auch des Werkstückes beinhalten.

Wenn also durch eine einfache spiegelnde Reflexion die Strahlung so geführt werden kann, dass diese aus dem Gehäuse austritt, ist diese gespiegelte Strahlung für die Klassifizierung heranzuziehen. Daraus folgt, dass es schwierig ist, z.B. bei Flachbettschneidanlagen ohne „Dach“ – so wie viele aufgebaut sind - eine Klassifizierung als Klasse 1 zu rechtfertigen. Kann bei einer bestimmten Installation davon ausgegangen werden, dass sich niemand oberhalb der seitlichen Einhausung aufhält, ist es durchaus möglich, die Forderungen der Maschinen-Richtlinie (in Deutschland „Maschinenverordnung“, in Österreich „Maschinensicherheitsverordnung“) auch ohne Dach als erfüllt anzusehen, dennoch wäre die Laseranlage der Klasse 4 zuzuordnen. Klasse 4 zeigt in diesem Fall an, dass die Maschine bezüglich Laserstrahlung nicht vollkommen *eigensicher* ist, und sich entsprechende Gefahrenmomente in besonderen Situationen ergeben, z.B. wenn sich bei einer Laseranlage ohne Dach jemand oberhalb der Abschirmung aufhält, und es zu einer Reflexion kommt. Dass die Wahrscheinlichkeit für das Zustandekommen einer solchen Situation möglicherweise sehr gering ist, kann und soll in einer Risikoanalyse laut Maschinen-Richtlinie (RL) berücksichtigt werden, nicht jedoch in der Laserklassifizierung.

Zur Feststellung der zugänglichen Strahlung sind auch Fehlerbedingungen, verschiedene Einstellungen der Parameter und Konstellationen des Produktes zu berücksichtigen. Darunter wäre jeder Zustand des Produktes zu verstehen, der durch den Anwender herbeigeführt werden kann - auch wenn diese in der Betriebsanleitung „verboten“ sind, da die Klassifizierung auf den technischen Eigenschaften des Gerätes und nicht auf dem Verhalten des Nutzers beruht (ansonsten könnte man jeden Hochleistungslaser als Klasse 1 klassifizieren, wenn im Handbuch verboten wird, sich dem Strahl auszusetzen). Beispiele hierfür sind:

- Computer-Fehlsteuerungen oder Fehljustage des Arbeitskopfes, sodass der Brennfleck nicht mehr am Werkstück zu liegen kommt.
- Schief liegende oder schief eingelegte Werkstücke.
- Verwerfungen im Werkstück (Unfälle sind schon bei Blasenbildung von mehrschichtigen Werkstücken aufgetreten [2]).
- Das Bearbeiten von runden Werkstücken bei gleichzeitiger Fehljustage, so dass es zu Re-kollimierungen kommen kann.
- Das Bearbeiten von hochreflektierenden Metallen bei Anlagen, die z.B. nur für Holzbearbeitung konzipiert sind.

Die Definition der vorgesehenen Anwendungen, Parametereinschränkungen sowie „Verhaltensmaßregeln“ oder auch der Ausbildungsstand des Bedienungspersonals können zwar nicht für die Klassifizierung herangezogen werden, sie sind jedoch wichtige Bestandteile der allgemeinen (von der Klassifizierung unabhängigen) Maschinensicherheit, die im Rahmen der Risikobeurteilung berücksichtigt werden können.

Ein Beispiel für die vollständige Klassifizierung eines Gerätes in allen Konstellationen und deren richtige Interpretation bezüglich der Gefährdung ist eine stark divergente Laserdiode. Trotz einer Ausgangsleistung von z.B. 9 mW kann eine solche Diode aufgrund der hohen Divergenz augensicher sein, d.h. in 10 cm Entfernung wird durch eine 7 mm Blende weniger als 1 mW Leistung gemessen. Der Hersteller stellt allerdings eine Aufsatzlinse als Zubehör zur Verfügung, die den Strahl kollimiert. Solange die Aufsatzlinse nicht aufgeschraubt wird, ist das Gerät der Klasse 2M zuzuordnen und das Tragen von Schutzbrillen nicht notwendig. Da jedoch das Produkt mit diesem Zubehörteil klassifiziert werden muss, ergibt sich letztendlich die Klasse 3B. Dies ist Beispiel dafür, dass sich die Klassifizierung auf eine Worst-Case Situation bezieht, und die Gefahr bei der konkreten Anwendung (z.B. ohne Linse) aber auf ein sicheres Niveau reduziert werden kann.

## **2. Klassifizierung im worst-case Abstand**

Selbst bei freien Strahlen (d.h. ohne Abschirmung) können Klasse 3B oder sogar Klasse 4 Laser im Normalgebrauch sicher sein, vorausgesetzt der Gefahrenbereich (NOHD Bereich) ist entsprechend klein und in der normalen Verwendung nicht zugänglich. Außerhalb des Gefahrenbereiches ist definitionsgemäß der MZB Wert (Maximal zulässige Bestrahlung) für das Auge nicht überschritten und eine Bestrahlung ist sicher, auch wenn sie von einem Klasse 3B oder Klasse 4 Gerät stammt. Dies ergibt sich, da die Klassifizierung im geringst möglichen Abstand erfolgt, in Bereichen von 14 mm bis 10 cm von der Quelle. Bei großer Strahldivergenz können daher Klasse 3B und auch Klasse 4 einen relativ geringen Gefahrenbereich aufweisen. Dies sollte auch in Schulungen und Sicherheitsinformationsdokumenten berücksichtigt werden, wo Klasse 3B und Klasse 4 häufig als „immer gefährlich“ beschrieben werden – was nach Meinung der Autoren durch „innerhalb des Gefahrenbereichs“ ergänzt werden sollte, um das entsprechende Verständnis zu fördern.

Ein anschauliches Beispiel sind Linienlaser, die fix an der Decke einer Montagehalle installiert sind. Solche Laser sind oft Klasse 3B Lasergeräte. Der Gefahrenbereich dieser Laser hängt von der Leistung und der Strahldivergenz ab. Nimmt man an, dass dieser Gefahrenbereich z.B. nur 50 cm beträgt und die Montagehalle sechs Meter Höhe hat (und der Laser befindet auf der selben Höhe), dann sind die Mitarbeiter im Normalbetrieb am Boden nicht gefährdet. In diesem Fall ist daher das Tragen von Schutzbrillen nicht notwendig, da die zugängliche Strahlung unterhalb der MZB-Werte bleibt. Dennoch müssen die Mitarbeiter für

den Fall der Wartung oder der Justage dieses Lasers entsprechend unterwiesen werden und dann eine geeignete Schutzbrille tragen. Zusätzlich sollte ein Warnhinweis so angebracht werden, dass er lesbar ist, bevor man in den Gefahrenbereich kommt. Idealerweise ist der Gefahrenbereich eingegrenzt, in diesem Fall z.B. durch Montage eines abgehängten Gitters. Eine Einstufung solcher Anlagen als „Laserkategorie 1 ab 0,5 m“ wäre trotzdem eine „Pseudo-Klassifizierung“ und somit falsch.

### 3. Prüfung der Abschirmung

Sollte es in abgeschirmten Anlagen zu „Fehlstrahlungen“ (z.B. durch Fehlsteuerung) oder zu Reflexionen kommen, die auf die Abschirmung treffen, so hat die Abschirmung eine entsprechende Dauer dieser Strahlung standzuhalten. Die Handhabung dieser Anforderung ist ein weiterer Punkt, in dem sich die EN 60825-1 und die Maschinen-RL voneinander unterscheiden.

In Ergänzung zu EN 60825-1 enthält die Norm EN 60825-4 („Laserschutzwände“) [3] Anforderung für die Gestaltung von Abschirmungen, und gibt je nach Überwachungs- oder Beobachtungsintervall der Abschirmung verschiedene Mindestdauern an, wie lange die Abschirmung der Laserstrahlung standhalten muss, d.h. wie lange die GZS Werte der Klasse 1 hinter der Abschirmung nicht überschritten werden dürfen. Wenn die Abschirmung z.B. nur 10 s lang der Strahlung standhält, ist eine kontinuierliche Beobachtung der Abschirmung erforderlich. Dies ist wieder im Sinne der Maschinenrichtlinie zu verstehen – die EN 60825-4 bezieht sich ausschließlich auf die Beständigkeit der Abschirmung gegenüber Laserstrahlung. Die Beobachtung der Maschine durch den Anwender darf nicht in die Klassifizierung einbezogen werden. Ein Lasergerät der Klasse 1 muss auch ohne Beobachtung, d.h. auf unbegrenzte Dauer sicher sein (man kann dazu die in der Norm EN 60825-4 angegebenen 30 000 s, d.h. 8 Stunden verwenden; eine Dauer von der angenommen werden kann, dass sich innerhalb dieser Zeit ein thermisches Gleichgewicht eingestellt hat)! Eine Anlage, deren Abschirmung nur eine bestimmte Dauer der Laserstrahlung standhält, kann somit niemals der Klasse 1 angehören. Überdies wäre ein geschultes Personal Voraussetzung für die Beobachtung der Anlage – Klasse 1 Geräte sollen jedoch grundsätzlich keiner Schulung bedürfen.

Die Einhausung von Klasse 1 Geräten muss daher entweder der Bestrahlung unbegrenzt standhalten, oder das Auftreffen von Strahlung beziehungsweise die Zerstörung der Abschirmung automatisch erkennen (aktive Abschirmung). Dies gilt natürlich auch und vor allem für jedes Sichtfenster, die daher entsprechend aufgebaut oder mit geeigneten Sensoren ausgerüstet sein müssen.

### 4. “Walk-in-access”

Bei der Klassifizierung von größeren Laseranlagen, deren abgeschirmter Bearbeitungsbereich begehbar ist, wird oft übersehen, dass Strahlung zugänglich werden kann, wenn eine Person „hinter sich die Türe zumacht“, und die Anwesenheit dieser Person nicht automatisch erkannt wird. Die Lasersicherheitsnorm spricht hierbei vom „Zugang durch Hineingehen“, oder im Originaltext vom „walk-in-access“.

Persönliche Vorhängeschlösser, die beim Hineingehen am Schloss derart angebracht werden, dass sich die Tür der Abschirmung nicht schließen lässt, ist eine der erprobten Methoden, wie man sich in solchen Situationen schützen kann. Dies ist jedoch eine *betriebliche* Schutzmaßnahme, die im Rahmen der allgemeinen Maschinensicherheit anerkannt ist, aber nicht für die

Klassifizierung der Laseranlage als Klasse 1 ausreicht (die Klassifizierung bezieht sich auf das durch technische Eigenschaften des Gerätes gegebene Sicherheitsniveau, und muss unabhängig vom Verhalten des Anwenders sein). Zudem ist auch hierfür eine Einschulung notwendig.

Um dennoch eine solche Anlage als Klasse 1 einstufen zu können, bedarf es einer automatischen Personendetektion (z.B. durch Trittmatten, IR-Kameras, etc.) innerhalb der Abschirmung. Jedoch zählt sich der damit verbundene technische Aufwand im Vergleich zur betrieblichen Schutzmaßnahme bei einer Klassifizierung als Klasse 4 häufig nicht aus. An dieser Stelle sei erwähnt, dass auch in den USA, die eigene Gesetze für die Ausführung von Lasergeräten haben (CFR 1040.10) [4], eine Anlage mit walk-in-access nur dann der Klasse 1 zugeordnet werden kann, wenn eine automatische Detektion erfolgt (CDRH Laser Notice 37, 1985).

Obwohl diese Anforderung bei manchen Laserherstellern auf Unverständnis stößt, ist sie leicht argumentierbar, da sonst jeder Raum, in dem sich ein offener Klasse 4 Laser befindet, als Lasereinrichtung der Klasse 1 angesehen werden könnte (vorausgesetzt die Türen sind durch einen ausfallsicheren Sicherheitskontakt geschützt, und der Raum enthält, wie in EN 60825-1, Punkt „Zugang durch Hineingehen“ gefordert, eine Emissionswarneinrichtung sowie eine Vorrichtung zur Verhinderung der Emission). Somit sind begehbare Anlagen zur Materialbearbeitung ohne Personendetektion der Klasse 4 zuzuordnen, die jedoch im Normalbetrieb als sicher angesehen werden können, wenn entsprechende organisatorische Schutzmaßnahmen realisiert sind.

## 5. Klasse 1: eigensicher

Die bisherige Darstellung zeigt, dass die Anforderungen für eine Laseranlage der Klasse 1 sehr hoch sind, höher als im Rahmen der Maschinenrichtlinie. Die Prüfungen für eine Klassifizierung als Klasse 1 sind deswegen so streng, weil die Klassifizierung als Klasse 1 bedeutet, dass das Gerät aufgrund seiner Konstruktion *eigensicher*<sup>1)</sup> ist. Überspitzt formuliert, sollte jedes Lasergerät bzw. –anlage der Klasse 1 so sicher sein wie ein CD-Player. Der Anwender muss nicht einmal wissen, dass es sich um ein Laserprodukt handelt (Klasse 1 Geräte müssen schließlich nicht mit „Klasse 1“ beschildert werden), geschweige denn das damit verbundene Gefährdungspotential kennen.

Für den Betrieb von Klasse 1 Geräten sollen selbstverständlich auch keine wie immer gearteten Schutzmaßnahmen bezüglich möglicher Haut- oder Augenverletzungen durch Laserstrahlung notwendig sein. Eine Anlage, die allen Anforderungen für Klasse 1 nach EN 60825-1 entspricht, ist zwar technisch machbar, aber meistens mit sehr hohen Kosten verbunden, die sich unter Berücksichtigung der eher geringen praktischen Sicherheitserhöhung im Vergleich zu einer gut gebauten Klasse 4 Anlage in der industriellen Praxis selten bezahlt machen. Bei Klasse 4 Anlagen können organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen

---

<sup>1)</sup> Dies ist zur Zeit leider noch nicht gewährleistet, da sich nach der bisherigen Fassung der EN 60825-1 die Klassifizierung nicht die Wartung durch den Anwender einbezieht. Das heißt, dass jene Strahlung, die ausschließlich während der Wartung zugänglich wird, nicht für die Klassifizierung zu berücksichtigen ist. Im Extremfall könnte bei einem Klasse 1 Gerät im Wartungsfall Strahlung von beliebig hohem Niveau zugänglich werden. Im Rahmen der Produktsicherheitsverordnungen und prEN ISO 11553-1 ist dies jedoch nicht akzeptabel. Daher ist zu erwarten, dass in der nächsten Ausgabe der EN 60825-1 die Prüfung zur Klassifizierung auf Wartungssituationen ausgeweitet wird.

dazu dienen, das bestehende Restrisiko abzudecken, Klasse 1 Anlagen müssen jedoch von sich aus, d.h. durch technische Schutzmaßnahmen, immer sicher sein.

## **6. Klasse 4 Anlagen können der Maschinen-RL genügen**

Die Ziele der Maschinenrichtlinie, nämlich die Verhinderung von Gesundheitsgefährdungen, kann auch für Klasse 4 Anlagen - mit entsprechender Abschirmung - erreicht werden. Laut Maschinenrichtlinie ist für die Maschine vom Hersteller eine Risikoanalyse durchzuführen, wobei den identifizierten Risiken durch entsprechende Schutzmaßnahmen zu begegnen ist. Bezüglich den Gefährdungen bei Lasermaterialbearbeitungsanlagen (nicht nur bezüglich des Auges und der Haut, sondern z.B. auch bezüglich Abbrandprodukte) stellt die prEN ISO 11553-1 [5] den Stand der Technik dar, d.h. bei Erfüllung der Anforderungen laut prEN ISO 11553-1 (die im übrigen die EN 12626 ablösen wird<sup>2)</sup>) kann davon ausgegangen werden, dass die Maschine den Ansprüchen der Maschinen-RL (Anhang I, Absatz 1.5.12) an Laseranlagen genügt. In der aktuellen ISO 11553-1 wird nicht gefordert, dass die Anlage Klasse 1 sein muss, sondern dass die Grenzwerte der Klasse 1 (bzw. die MZB Werte für das Auge) außerhalb der Abschirmung nicht überschritten werden. Dies ist ein wichtiger Unterschied zur Forderung nach Klasse 1! In der ergänzenden und notwendigen Risikoanalyse kann z.B. berücksichtigt werden, dass die Risiken durch Nd:YAG Laserstrahlung wegen der Gefährdung der Netzhaut des Auges deutlich höher sind als durch vergleichbare CO<sub>2</sub> Laserstrahlung. Daraus ergibt sich, dass Kabinen für Nd:YAG Laser üblicherweise vollkommen dicht gebaut werden, um das entsprechende Sicherheitsniveau zu erreichen, wohingegen Abschirmungen für CO<sub>2</sub> Laseranlagen je nach Leistung, Installation, Anwendung und Umgebung auch und mit nicht vollkommener Abschirmung (z.B. ohne Dach) als ausreichend sicher betrachtet werden können.

## **7. Die industrielle Praxis**

Bei den Laserherstellern herrscht oft Widerstand gegen eine (strenge) Klassifizierung nach EN 60825-1, die als unnötig restriktiv und als nicht anwendbar empfunden wird. Das grundlegende Problem besteht offenbar darin, dass Klasse 4 als „immer gefährlich“ angesehen wird, und nur Klasse 1 als „sicher“ gilt. So manche Vorschriften und Schulungsunterlagen auf dem Gebiet der Lasersicherheit, die die Laserklassen sehr bzw. zu vereinfacht beschreiben, sind an diesem Verständnis von Klasse 4 beteiligt. Die falsche Schlussfolgerung ist daher häufig: „Wenn etwas *sicher* ist (sicher entsprechend einer Risikoanalyse wie sie laut Maschinenrichtlinie gefordert ist), muss die Anlage Klasse 1 sein, da ja Klasse 4 gefährlich ist“. Die Vorgaben der EN 60825-1 werden dabei oft nicht konsequent genug berücksichtigt. Deshalb wird für die nächste Ausgabe der EN 60825-1, die sich zur Zeit in der Entwurfsphase befindet, angestrebt, etwaigen Missverständnissen durch erklärende Anmerkungen vorzubeugen. Eine detailliertere Diskussion der Anforderungen für Klasse 1 Lasereinrichtungen ist auch im kürzlich erschienenen Buch „Laser Safety“ [6] zu finden.

Umgekehrt darf nicht angenommen werden, dass korrekt klassifizierte Lasergeräte oder -anlagen notwendiger Weise sicher sind: ein offener Klasse 4 Laser, der allen Anforderungen der Lasersicherheitsnorm genügt (Warnschilder, Emissionsanzeige, Schlüsselschalter und Strahlabschwächer), ist offensichtlich nicht als sicher zu betrachten. Erst zusätzliche Schutz-

---

<sup>2)</sup> In der ersten Ausgabe der ISO 11553 (äquivalent mit EN 12626) wurde noch dezidiert die Klassifizierung als Klasse 1 gefordert. Dies ist aber in der Zwischenzeit nicht mehr der internationale Konsens, was in der neuen Ausgabe der Norm berücksichtigt wurde.

maßnahmen wie die Umhausung, können aus diesem Laser ein Gerät oder eine Anlage der Laserklasse 4 machen, die im Normalbetrieb sicher ist.

Vorschriften, Leitfäden und Schulungen sollten betonen, dass die Gefährdung nur innerhalb des Lasergefahrenbereiches besteht, was nicht nur für Lasermaterialbearbeitungsmaschinen gilt, sondern für alle Laser der „gefährlichen“ Klassen. Der Gefahrenbereich ist bei einem Klasse 4 Laser mit Hilfe einer Abschirmung auf den inneren Bereich beschränkt. Dieses Verständnis von Laserprodukten der Klasse 4 mit Abschirmung sollte dann auch deren Akzeptanz erhöhen und die Motivation zur Fehlklassifizierung reduzieren.

Die Anwendung der EN 60825-1 auf industrielle Anlagen allein ist aber unbefriedigend, da die Information durch das Laserwarnschild über das Risiko der Anlage für die Klasse 4 unvollständig wiedergegeben wird. Dem Hersteller steht es jedoch frei, zu den vorgegebenen Warntexten bezüglich Klasse 4 ergänzende Erklärungen anzubringen, z.B. dass die Strahlung durch Hineingehen zugänglich wird, oder dass die Abschirmung der Bestrahlung 100 Sekunden lang standhält (d.h. die GZS Werte der Klasse 1 werden hinter der Abschirmung nicht überschritten), und die Anlage „sicher nach EN ISO 11553-1“ ist.

Zusammenfassend soll nochmals hervorgehoben werden, dass die Konformität von Lasermaterialbearbeitungsanlagen mit der Maschinen-RL gesetzlich vorgeschrieben ist, und die entsprechende harmonisierte Norm EN ISO 11553-1 (zur Zeit noch EN 12626) für die Konformitätsvermutung entwickelt wurde. Die Klassifizierung der Anlage nach EN 60825-1 ist hierbei eigentlich sekundär. Von zentraler Bedeutung ist vielmehr die Unterschreitung der MZB Werte für das Auge und die Haut. Diese Bedingung ist von den Zahlenwerten her äquivalent mit der Forderung, dass die GZS Werte der Klasse 1 nicht überschritten werden, aber von der Bedeutung her missverständlich, und leider in ISO 11553-1 sowie EN 60825-4 angeführt. Für die Klassifizierung als Klasse 1 ist die nach EN 60825-1 definierte zugängliche Strahlung heranzuziehen. Für viele Lasermaterialbearbeitungsanlagen bedeutet dies eine Einstufung in die Klasse 4, obwohl sie den Anforderungen der Maschinenrichtlinie genügen.

Klasse 4 ist in diesem Sinn jedoch keine „negative“ Eigenschaft der Anlage. Die Klassifizierung deutet darauf hin, dass ein entsprechendes Gefahrenpotential in besonderen Situationen zugänglich wird. Die betriebliche Konsequenz von Lasergeräten und -anlagen der Klasse 4 ist die Bestellung eines Laserschutzbeauftragten, die Unterweisung der Mitarbeiter sowie die Bereitstellung von persönlicher Schutzausrüstung. Der Laserschutzbeauftragte sollte das Restrisiko beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen wie z.B. Erstellung von Verfahrensanweisungen festlegen, was insbesondere für den Sonderbetrieb „Wartung“ gilt.

## **8. Klasse 3B und 4 im Privatbereich**

Während Gesetze und Verordnungen bezüglich Arbeitsplatzsicherheit ganz allgemeinen immer die Schulung der Mitarbeiter fordern, sofern Laser der Klasse 3B und 4 angewandt werden, sind solche „gefährlichen Arbeitsmittel“ mittlerweile auch für den privaten Gebrauch erhältlich. Als Beispiel sei ein Laser mit 50 mW cw Ausgangsleistung angeführt, der im grünen Spektralbereich emittiert und als „Showlaser“ angeboten wird. Dieses Lasergerät weist alle Sicherheitsmerkmale gemäß der Lasersicherheitsnorm als auch das CE-Zeichen bezüglich der Niederspannungsrichtlinie auf.

Trotzdem dieses Lasergerät alle Sicherheitsauflagen erfüllt, und die Gebrauchsanweisung auf die nationalen Sicherheitsregeln hinweist, sind derartige Geräte nach Meinung der Autoren



nicht für den öffentlichen Verkauf geeignet, da davon ausgegangen werden muss, dass die Anwender das Gerät nicht sicher installieren (z.B. in 6 Meter Höhe wie es für den Betrieb von Lasershows ohne Überwachung bzw. Laserschutzbeauftragten gefordert ist). Man könnte also argumentieren, dass ein solches Produkt nicht dem allgemeinen Produktsicherheitsgesetz entspricht.

Die Verfügbarkeit von leistungsstärkeren Lasern für den Privatbereich führt zur Notwendigkeit, zu definieren, unter welchen Voraussetzungen derartige Lasergeräte für den privaten Gebrauch zugelassen werden können. Doch auch hier muss darauf hingewiesen werden, dass Lasergeräte der Klasse 3B oder 4 durchaus – auch ohne Unterweisung, Benennung eines Laserschutzbeauftragten und anderen Schutzmaßnahmen - als sicher in der praktischen Anwendung gelten können, wie z.B. ein Laser-Epiliergerät, das durch die Implementierung eines automatischen und ausfallsicheren Detektionssystems feststellt, ob sich tatsächlich Haut vor dem Behandlungskopf befindet. Ein weiteres Beispiel ist ein Blutzuckertestgerät, bei dem der Laserstrahl dazu verwendet wird, die Haut minimal zu perforieren, welches aber entsprechende Sicherheitsmechanismen zum Schutz der Augen aufweist und gemäß der derzeitigen Lasersicherheitsnorm EN 60825-1 als Klasse 4 einzustufen ist. Somit wäre eine generelle Beschränkung auf Laserklasse 1 und 2 für Lasergeräte im privaten Gebrauch auch nicht wünschenswert, da sie doch die Entwicklung der Lasertechnologie unnötiger Weise behindern würde. Entsprechende Regelungen sollten entwickelt werden, um die bestehenden Unsicherheiten auszuräumen.

## **9. Literaturverzeichnis**

- [1] EN 60825-1 Ed 1.2: Sicherheit von Laser-Einrichtungen - Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien
- [2] Typical dangerous situations when using lasers, Helmut Brusl, EUREKA Industrial Forum Laser Safety EU 643, Hannover, 1990, p. 1-4
- [3] EN 60825-4 Ed 1.2: Sicherheit von Laser-Einrichtungen - Teil 4: Laserschutzwände
- [4] CFR 1040.10: Laser products
- [5] pr EN ISO 11553-1: Safety of machines – Part 1: General safety requirements (ISO/FDIS 11553-1: 2003) (Ersatz für EN 12626)
- [6] Laser Safety, Roy Henderson and Karl Schulmeister, Institute of Physics Publishing, Bristol 2004

# Quellenangabe

## **Klasse 1 bei Lasergeräten – nett, aber nicht notwendig**

Veas, Georg; Schulmeister, Karl

### *Nichtionisierende Strahlung – Sicherheit und Gesundheit*

36. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiene, Österreichische Unfallversicherungsanstalt, Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik Fachhochschule Köln

31. August – 2. September 2004, Köln

Band II, Seite 659-666, Bandherausgeber: Hans-Dieter Reidenbach, Klaus Dollinger, Joachim Hofmann

ISSN 1013-4506, ISBN 3-8249-0901-4

© TÜV-Verlag GmbH, Köln 2004

Veröffentlicht vom Fachverband für Strahlenschutz, Mitgliedsgesellschaft der International Radiation Protection Association (IRPA) für die Bundesrepublik Deutschland und die Schweiz